

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04133330
PUBLICATION DATE : 07-05-92

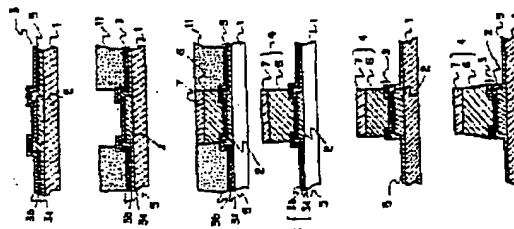
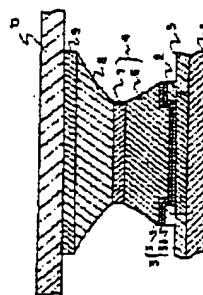
APPLICATION DATE : 25-09-90
APPLICATION NUMBER : 02254652

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : SAITO MASAYUKI;

INT.CL. : H01L 21/321 H01L 21/60

TITLE : SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS
CONNECTING METHOD



ABSTRACT : PURPOSE: To relax a stress caused by a thermal stress at the interface between a bonding pad and a bump and to form a strong connecting structure by a method wherein a layer by a first metal or alloy and a layer by a second metal or alloy whose melting point is higher than that of the first metal or alloy are formed sequentially on the bonding pad.

CONSTITUTION: A wafer on which an opening has been made in a resist layer 11 in a part corresponding to a bonding pad 2 is plated with a Pb/Sn=60/40 alloy 6 and, then, with a Pb/Sn=95/5 alloy 7. The resist layer 11 is removed. Regions in which the Pb/Sn alloys 6, 7 have been formed are masked with a positive resist in an island shape; a Cu film 3b and a Ti film 3a are etched and removed; the mask is removed by using acetone. After that, a reflow operation is executed at 280°C which is lower than the melting point of the second metal 7 and higher than the melting point of the first metal 6. Thereby, a semiconductor device having a desired bump structure is obtained. In order to connect the semiconductor device to a substrate, a third metal layer 8 whose melting point is lower than that of the second metal layer 7, e.g. a metal layer 8 by Pb/Sb=60/40, is formed selectively on the second metal layer 7; the third metal layer 8 is brought into contact with a corresponding pad on the substrate; at least one out of the third metal 8 and the first metal 6 is heated and melted at a temperature which is lower than the melting point of the second metal 7.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-133330

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成4年(1992)5月7日

H 01 L 21/321
21/60

3 1 1 S

6918-4M
6940-4M

H 01 L 21/92

D

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置およびその接続方法

⑯ 特 願 平2-254652

⑰ 出 願 平2(1990)9月25日

⑱ 発 明 者 山 田 浩 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑲ 発 明 者 斉 藤 雅 之 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 須 山 佐 一

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置およびその接続方法

2. 特許請求の範囲

(1) ボンディングパッド上に融点の異なる複数
種の金属もしくは合金で形成されたパンプを有す
る半導体装置において、

前記パンプは第1の金属もしくは合金面上に第
1の金属もしくは合金よりも融点の高い第2の金
属もしくは合金層が形成されていることを特徴と
する半導体装置。

(2) ボンディングパッドおよびこのボンディ
ングパッド上に形成されたパンプを介して半導体装
置を基板面に接続する半導体装置の接続方法にお
いて、

前記半導体装置のボンディングパッド上に形成
されたパンプとなる第1の金属もしくは合金層と、
基板上に形成されたパンプとなる第1の金属もし
くは合金よりも融点の高い第2の金属もしくは合
金層とを、前記第2の金属もしくは合金よりも融

点の低い第3の金属層を介して、前記第2の金属
もしくは合金の融点より低温で第1の金属もし
くは合金あるいは第3の金属層のすくなくともい
ずれか一方をを溶融させて半導体装置を基板上に接
続する工程を具備することを特徴とする半導体装
置の接続方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

この発明はパンプを有する半導体装置および
その半導体装置のパンプと基板上に形成された配
線パターンとの電気的な接続方法に関する。

(従来の技術)

周知のように半導体装置は、高集積化方向に
あるとともに、配線基板などに対して高密度に実
装することが要求されている。この高密度実装へ
の対応としては、たとえばフリップチップ接続や
TAB(Tape Automated Bonding)などの手段が知ら
れている。しかして、前記フリップチップ接続
およびTABの場合は、配線基板の配線パターン

などへの接続を可能にするため、半導体素子のボンディングパッド上に突起形状を有するパンプが形成される。

第6図は半導体素子1のボンディングパッド2上にバリアメタル層3を介して、たとえばめっき法、ディップ法もしくは蒸着法などによって半田から成るパンプ4を突起形状(マッシュルームパンプ)に形成した構成を断面的に示したものである。また、第7図は半導体素子1のボンディングパッド2上にバリアメタル層3を介して、前記パッド2部分が開口した厚膜レジストを用い、たとえばめっき法などによって半田から成るパンプ4を垂直に(ストレートウォールパンプ)に形成した構成を断面的に示したものである。なお、第6図および第7図において5はパッシベーション膜を示す。

さらにこの改良手段として、前記パンプ4上に、パンプ4を構成する金属より低融点の金属もしくは合金を積層して低温接続を可能にすることも試みられている(IEEE JAPAN TEXT SYMPOSIUM 1989

p114~118)。

一方、上記パンプ4が形成された半導体装置(半導体素子)を配線基板に実装する場合、たとえば半導体装置を主に形成するシリコンと、半導体装置を実装する基板との熱膨張係数が大きく異なると、温度サイクルなどに起因する熱ストレスによって、前記パンプなどによる接続部分で破断を生じるという問題がある。これを改善する手段として、たとえば基板にシリコンを用いるCOV(chip on wafer)が提案されている。しかし、この手段は基板を製作するために、半導体装置を製作(製造)する場合と同等あるいはそれ以上の複雑な工程を要しコストアップとなる。

さらに、熱ストレスによるパンプ部分での破断不良を解決する手段として、パンプ構造を熱ストレスに対して耐性を呈する構造とすることも知られている。たとえば、ポリイミド樹脂テープを挟む積層構造とし、熱ストレスを緩和する方式がある(電子通信情報学会技術研究報告CPH-19-24(1987))。しかし、この方式の場合は、パンプシート

と称されるものを別途作成する必要があり、形成方法も複雑でコストアップとなるばかりでなく、重なるパンプ段数の増加に伴い、接続箇所が増加するため、信頼性上で問題がある。

また、熱ストレスによる破断不良は、パンプ4が半導体装置1に接する界面付近で発生するため、パンプ4が溶融して接続された状態とした後、半導体装置1と基板とを引き離すことにより、パンプ4による接合部の形状を鼓型にすることも試みられている。しかしながら、このパンプ4による接合部の形状を鼓型にする手段の場合は、半導体装置1と基板とを引き離す距離を十分かつ適確に選択・設定しないと、接続不良など生じ易く信頼性に問題があるとともに、外観も損なわれるという問題がある。

(発明が解決しようとする課題)

前記したようにボンディングパッド2上に構成ないし形成されたパンプ4を有する半導体装置を、熱膨張係数の異なる所要の基板面上にたとえばフェイスダウンに搭載・実装した場合、前記熱

膨張率の相違に起因する熱ストレスによりパンプ部分で破断が生じるという問題がある。しかして、この解決策ないし回避策もいろいろ試みられているが、工程が複雑であったり、大幅なコストアップを招いたり、あるいは接続不良など起き信頼性に問題があって、実用上十分満足し得る手段とはいえない。

本発明は上記事情に対処してなされたもので、半導体装置の熱膨張係数と異なる熱膨張係数を有する基板に、前記半導体装置を実装する場合において、実装工程や実装後の熱ストレスにより、半導体装置のパンプ部分での破断発生を全面的に容易かつ確実に防止ないし回避しパンプ構造を有する半導体装置およびその半導体装置を基板に接続する方法の提供を目的とする。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明に係る半導体装置は、ボンディングパッド上に融点の異なる複数種の金属もしくは合金で形成されたパンプを有する半導体装置において、

前記パンプは第1の金属もしくは合金面上に第1の金属もしくは合金よりも融点の高い第2の金属もしくは合金層が形成されていることを特徴とする。

また、本発明に係る半導体装置の接続方法は、ボンディングパッドおよびこのボンディングパッド上に形成されたパンプを介して半導体装置を基板面に接続する半導体装置の接続方法において、

前記半導体装置のボンディングパッド上に形成されたパンプとなる第1の金属もしくは合金層と、基板面上に形成されたパンプとなる第1の金属もしくは合金よりも融点の高い第2の金属もしくは合金層とを、前記第2の金属もしくは合金よりも融点の低い第3の金属層を介して、前記第2の金属もしくは合金の融点より低温度で第1の金属もしくは合金あるいは第3の金属層のすくなくともいずれか一方をを溶融させて半導体装置を基板面上に接続する工程を具備することを特徴とする。

(作用)

本発明によれば、ボンディングパッド上に第

1とパンプ界面でパンプに加わる応力が容易に緩和されるため、熱ストレスに対してすぐれた耐性を呈することになり、たとえば接続部を鼓型に形成するなどの煩雑な操作など要せずに信頼性の高い接続が実現される。

(実施例)

以下第1図～第5図を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図および第2図は本発明に係る半導体装置の要部の構成、すなわち本発明に係る半導体装置の異なるパンプ構造例をそれぞれ断面的に示し、また第3図は本発明に係る半導体装置を基板面に実装・接続したときのパンプ接続部の構成を断面的に示したものである。

これら第1図～第3図において、1は半導体素子、2はボンディングパッド、3はバリアメタルたとえばTi層3aとCu層3bとの2層構造をなしている。さらに、5はパッシベーション膜、6は第1の金属ないし合金の層たとえばPb/Sn=60/40の融点260℃の合金、7は第2の金属ないし合金

1の金属ないし合金層、第1の金属ないし合金よりも融点の高い第2の金属ないし合金層が順次形成されている。しかして、第2の金属ないし合金の融点よりも低温度で、第1の金属ないし合金を溶融したとき、パンプを形成している第1の金属ないし合金が、下地となるボンディングパッド界面まで広がり、前記第1の金属ないし合金とボンディングパッドとの接触角は90度未満になる。

このような構造を採ることにより、ボンディングパッドとパンプ界面でパンプに加わる応力が緩和されるため、熱ストレスに対してすぐれた耐性を呈する。

また、前記半導体装置を基板面に接続(実装)するときには、第3の金属ないし合金層を接合面に介在させ、第2の金属ないし合金の融点よりも低温度で、第1の金属ないし合金および第3の金属ないし合金の少なくともいずれか一方を溶融すると、半導体装置側は勿論のこと基板側のパッドとパンプ界面でも、パンプとパッドとの接触角が90度未満になる。したがって、ボンディングパ

ッドとパンプ界面でパンプに加わる応力が容易に緩和されるため、熱ストレスに対してすぐれた耐性を呈することになり、たとえば接続部を鼓型に形成するなどの煩雑な操作など要せずに信頼性の高い接続が実現される。

上記のような構造のパンプを有する半導体装置は、たとえば第4図(a)～(f)に断面図で実施態様を模式的に示すような工程で製造し得る。

まず、半導体素子領域1の所定面上にボンディングパッド2が形成され、さらにそのボンディングパッド2を除いた面上にパッシベーション膜が形成されたウエハを用意し、たとえば蒸着法によってTi/Cu膜3を全面蒸着する(第4図(a))。

次いで、厚膜用レジストAZ 4903(商品名、ヘキストジャパン)をスピンコートして膜厚 $85\mu\text{m}$ のレジスト層を形成し、露光・現像処理してたとえば一辺が $100\mu\text{m}$ の方形の開口を有するボンディングパッド2よりも、一辺が $20\mu\text{m}$ 大きい $120\mu\text{m}$ の方形に、レジスト11を開孔する(第4図(b))。

このようにして、ボンディングパッド2に対応

特開平4-133330 (4)

する部分のレジスト層11が開口されたウエハを、予め用意しておいた全スズ40g/l、第一スズ35g/l、鉛44g/l、遊離ホウ酸40g/l、ホウ酸25g/lおよびニカワ3.0g/lからなる溶液に浸漬して、前記Ti/Cu膜3を陰極とし、また40%スズ合金を陽極とし、電流密度3.2A/dm²印加、浴温25℃、ゆるやかに攪拌しながらPb/Sn = 60/40合金6を25μm厚さにめっきする。

次いで、前記めっき液を全スズ5g/l、第一スズ4g/l、鉛90g/l、遊離ホウ酸40g/l、ホウ酸25g/lおよびニカワ0.5g/lからなる溶液に変え、Ti/Cu膜3を陰極とし、また5%スズ合金を陽極とし、電流密度3.2A/dm²印加、浴温25℃、ゆるやかに攪拌しながらPb/Sn = 95/5合金7を10μm厚さにめっきする(第4図(c))。

上記によりPb/Sn = 60/40合金6およびPb/Sn = 95/5合金7を形成した後、前記めっきレジスト層11を除去し(第4図(d))、再度ポジレジストOFPR-800(商品名、東京応化)で、前記Pb/Sn合金6、7を形成した領域を、その寸法よりも大き

い一辺140μmの島状にマスキングし、過硫酸アンモニウム、硫酸およびエタノールから成る混合溶液でCu膜3bをエッチング除去後、EDTA、アンモニアおよび過酸化水素水から成る溶液でTi膜3aをエッチング除去し、マスクをアセトンで除去した(第4図(e))。

しかる後、前記第2の金属7であるPb/Sn = 95/5の融点(320℃)よりも低く、第1の金属6であるPb/Sn = 60/40の融点(260℃)よりも高い280℃でリフローすることによって、所望のバンプ構造を有する半導体装置が得られる(第4図(f))。さらに、本発明に係る半導体装置の他の構成例は、たとえば第5図(a)~(d)に断面図で実施態様を模式的に示すような工程で製造し得る。

先ず、半導体素子領域1の所定面上にボンディングパッド2が形成され、さらにそのボンディングパッド2を除いた面上にパッシベーション膜5が形成されたウエハを用意し、厚膜用レジストAZ4903(商品名、ヘキストジャパン)をスピコートして膜厚35μmのレジスト層を形成し、露光

・現像処理してたとえば一辺が100μmの方形の開口を有するボンディングパッド2よりも一辺が20μm小さい80μmの方形に、ボンディングパッド2上のレジスト11を開口する(第5図(a))。

このようにして、ボンディングパッド2に対応する部分のレジスト層11を開口したウエハに対して、蒸着法によって第1の金属としてPb/Sn = 60/40合金層6を15μm厚さに形成した後、蒸発源を変え、Pb/Sn = 95/5合金層7を20μm厚さに連続形成する(第5図(b))。

上記によりPb/Sn = 60/40合金層6およびPb/Sn = 95/5合金層7を形成した後、前記めっきレジスト層11およびレジスト層上の合金層6、7を除去(第5図(c))してから、前記第2の金属7であるPb/Sn = 95/5の融点(320℃)よりも低く、第1の金属6であるPb/Sn = 60/40の融点(260℃)よりも高い280℃でリフローすることによって、所望のバンプ構造を有する半導体装置が得られる(第5図(d))。

次に、上記のごとく構成した半導体装置を、基

板に接続する例について説明する。

前記第4図(c)もしくは第5図(b)に示すようなバンプ構造の第2の金属層7上に、この第2の金属層7よりも融点の低い第3の金属層8、たとえばPb/Sn = 60/40の金属層8を電気めっき法もしくは蒸着法を選択的に形成する。しかる後、前記第3の金属層8を対応する基板のパッドに対接させ、前記第2の金属7の融点よりも低い温度で、第3の金属8/第1の金属6の少なくともいずれか一方を加熱溶融させることによって、バンプ部分で破断など起こさず容易に接続し得る。

たとえば、前記構成のバンプを有する半導体装置(チップ)を、熱膨張係数 $6.0 \sim 6.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ で(シリコンの $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に比べ約2倍)のアルミナ基板に対し、前記第3図に図示したように接続した場合、半導体チップのバンプ4と基板10側パッド9との接触角が両側とも60度であり、温度サイクル試験(-55℃(30min)~25℃(5min))~150℃(30min)~25℃(5min)を3000サイクル行っても、接続箇所には破断は認められず、半導

体装置としての特性にも変化がなく、実装基板としての信頼性も十分であった。

なお、本発明は上記実施例に限られるものでなく、その要旨を逸脱しない範囲で変形することができる。たとえば、融点の異なる金属として上記では、Pb/Sn系を例示したが、Pb/Sn系にIn、Sbなど添加したもの、あるいはAu、Ni、Pd、Ag、Cu、Tiなどの金属もしくはこれらを主成分とする合金を用いてもよく、また金属層の厚さも適宜選択し得る。さらに、これらの金属層の形成手段や接合する基板も前記例示に限定されないことはもちろんである。

【発明の効果】

本発明によれば、半導体装置のボンディングパッド上に第1の金属ないし合金、および前記第1の金属ないし合金よりも融点の高い第2の金属ないし合金の層が順次形成されている。しかして、融点の低い第1の金属ないし合金を溶融させたとき、その第1の金属ないし合金は溶融前のパンプ径よりも大きな面積を有する下地金属の端部間で

流出するが、第2の金属ないし合金が溶融しない状態を保持しているため、表面張力により第1の金属ないし合金のボンディングパッドとの接触角も90度未満にすることが可能となり、ボンディングパッドとパンプ界面における熱ストレスに起因する応力が緩和され、強固な接続構造を形成する。

また、前記接続において、第2の金属ないし合金上あるいは基板のパッド上に、基板のパッド面積よりも小さい径で第3の金属ないし合金層を形成しておき、第2の金属ないし合金の融点よりも低い温度で第1もしくは第3の金属ないし合金を溶融して接続した場合は、半導体装置側は勿論のこと基板側のパッドとパンプ界面でも、パンプとパッドとの接触角を90度未満となし得る。つまり、半導体装置と基板との間に存在するパンプと、半導体装置のボンディングパッドもしくは基板の接続パッドとの界面に加わる応力を最小限にすることができ、信頼性ある半導体装置の接続を実現できる。しかも、前記パンプ構造および接続方式によれば、半導体装置と基板とを接続する場合、従

来のようにパンプを溶融させた後、半導体装置と基板とを若干引き離すという工程も要しない。つまり、前記パンプをリフローするときの温度を調節するだけの安易な手段（熱線など不要）で、熱ストレスに対し、十分信頼性の高い半導体装置の接続を達成し得る。

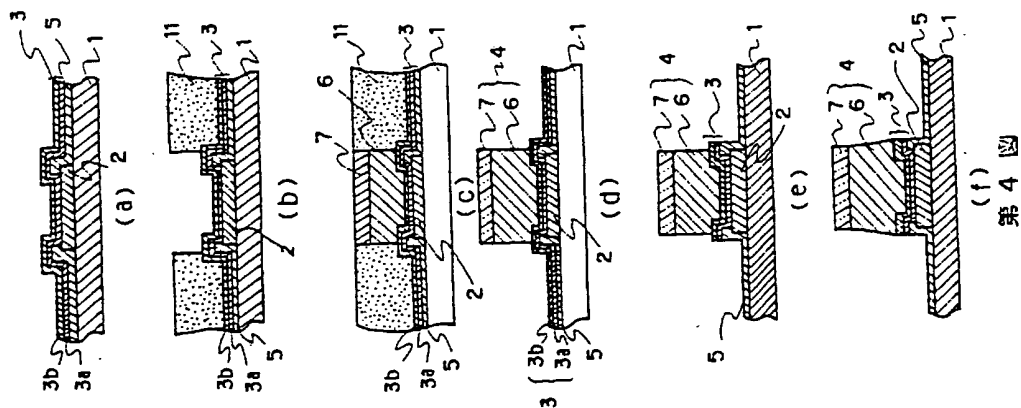
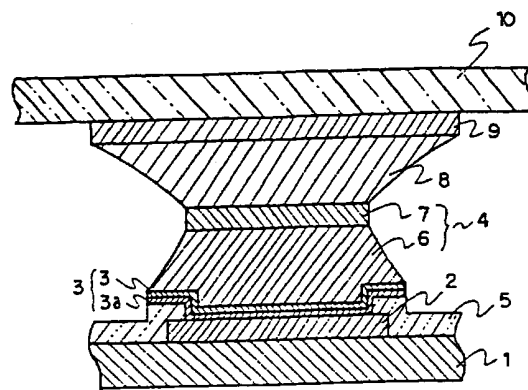
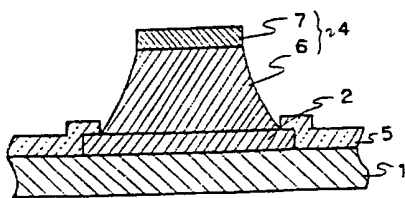
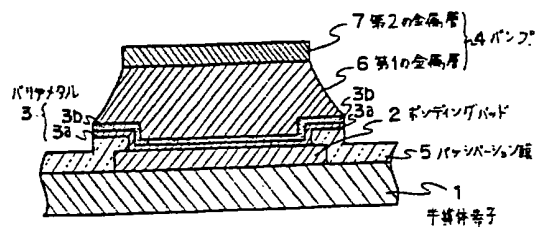
4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は本発明に係る半導体装置の要部構成のそれぞれ異なる例を示す断面図、第3図は本発明に係る半導体装置を基板に接続（実装）したときの要部構成例を示す断面図、第4図(a)～(f)および第5図(a)～(d)は本発明に係る半導体装置のそれぞれ異なる製造例を模式的に示す断面図、第6図および第7図は従来の半導体装置の要部構成のそれぞれ異なる例を示す断面図である。

- 1 ……半導体素子
- 2 ……ボンディングパッド
- 3 ……バリアメタル
- 4 ……パンプ

- 5 ……パッシベーション膜
- 6 ……第1の金属層
- 7 ……第2の金属層
- 8 ……第3の金属層
- 9 ……基板側パッド
- 10 ……基板
- 11 ……レジスト層

出願人 株式会社 東芝
代理人 弁理士 須山 佐一



特開平 4-133330 (7)

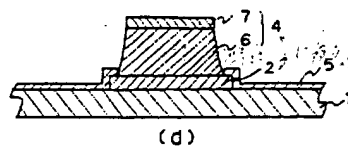
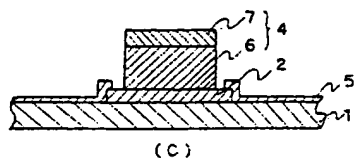
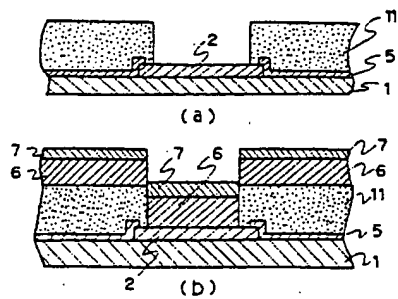


図 5

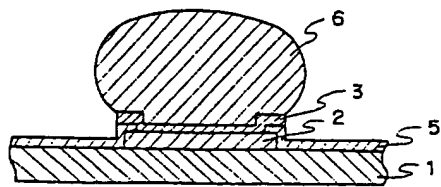


図 6

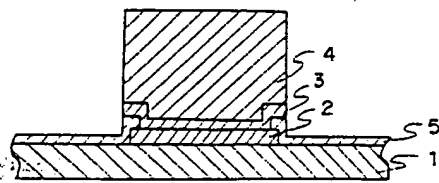


図 7

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)